

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 198 36 813 A 1

⑯ Int. Cl. 7:  
B 44 F 1/12

16-20

ALY

⑯ Aktenzeichen: 198 36 813.5  
⑯ Anmeldetag: 14. 8. 1998  
⑯ Offenlegungstag: 24. 2. 2000

DE 198 36 813 A 1

⑯ Anmelder:  
Bundesdruckerei GmbH, 10969 Berlin, DE  
⑯ Vertreter:  
Riebling, P., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 88131  
Lindau

⑯ Erfinder:  
Gutmann, Roland, Dr., 12349 Berlin, DE; Ahlers,  
Benedikt, Dr., 10997 Berlin, DE; Kappe, Frank, 33378  
Rheda-Wiedenbrück, DE; Paugstadt, Ralf, Dr., 10115  
Berlin, DE; Franz-Burgholz, Arnim, 10967 Berlin, DE

⑯ Entgegenhaltungen:

DE 197 08 543 A1  
DE 197 01 513 A1  
DE 44 32 035 A1  
DE 41 14 732 A1  
DE 31 21 523 A1  
DE 31 21 484 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Wert- und Sicherheitsdokument mit optisch anregbaren Farbstoffen zur Echtheitsprüfung

⑯ Die Erfindung betrifft ein Wert- und Sicherheitsdokument mit optisch anregbaren Farbstoffen zur Echtheitsprüfung, wobei die Farbstoffe auf oder in das Wert- und Sicherheitsdokument eingebracht sind. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, daß die Farbstoffe in einem Trägermaterial eingebettet sind und zusammen mit diesem ein laseraktives Element bilden. Dabei erfolgt das Einbringen bestimmter optisch anregbarer Farbstoffe in ein Sicherheitsdokument derart, daß bei der optischen Anregung des Wert- und Sicherheitsdokumentes die im Wert- und Sicherheitsdokument eingebetteten Farbstoffe in Resonanz mit dem Material des Wert- und Sicherheitsdokumentes gelangen, um so ein scharf definierter Spektrum aller angeregten Materialien zu emittieren.

Vorlage	Ablage	B 7696
Haupttermin		N
Eing.: 28. MAI 2001		
PA, Dr. Peter Riebling		
Bearb.:	Vorgelegt	

2912

DE 198 36 813 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Wert- und Sicherheitsdokument nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die Erfindung geht von einem Stand der Technik aus, wie er beispielsweise in der US 4 738 901 beschrieben ist. Dort ist ein Wert- und Sicherheitsdokument in Form eines kopiergeschützten Papiers vorgesehen, in welches Phosphorpartikel eingebettet sind. Es handelt sich um einen Kopierschutz, denn mit dem den Kopierer zugeordneter Laser werden die Phosphorpartikel angeregt und die von den Phosphorpartikeln abgestrahlte Strahlung wird von einem zweiten Detektor aufgenommen, der demgemäß dem Kopiergerät mitteilt, daß es sich um ein geschütztes Dokument handelt. Eine Echtheitsprüfung eines derartigen Wert- und Sicherheitsdokumentes ist bei diesem Kopierschutzvorgang nicht vorgesehen und nicht möglich.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Echtheitsprüfung von Wert- und Sicherheitsdokumenten mit optisch anregbaren Farbstoffen vorzuschlagen, bei der ein definiertes Emissionsspektrum des optisch angeregten Wert- und Sicherheitsdokumentes erfaßt werden kann und demzufolge ein charakteristisches Spektrum für dieses Wert- und Sicherheitsdokument erzeugt werden kann, welches charakteristisch ist sowohl für den in das Sicherheitsdokument eingebetteten Farbstoff als auch für das Material des Sicherheitsdokumentes selbst.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die vorliegende Erfindung beruht darauf, daß das Einbringen bestimmter optisch anregbarer Farbstoffe in ein Sicherheitsdokument so erfolgt, daß bei der optischen Anregung des Wert- und Sicherheitsdokumentes die im Wert- und Sicherheitsdokument eingebetteten Farbstoffe in Resonanz mit dem Material des Wert- und Sicherheitsdokumentes gelangen, um so ein scharf definiertes Spektrum aller anregten Materialien zu emittieren.

Es wird also eine Resonanz zwischen dem Material des Wert- und Sicherheitsdokumentes und dem dort eingebetteten Farbstoffen erzeugt, was zu einem genauen spezifizierten Emissionsspektrum führt, welches einerseits von dem Material des Dokumentes abhängig ist und andererseits von den eingebetteten Farbstoffen.

Die Integration exklusiv entwickelter Laserfarbstoffe mit vorzugsweise nicht kommerziellen Anregungswellenlängen (UV bis IR) in Sicherheits- und Wertprodukte kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Prinzipiell ist eine Einbringung in das Substrat (z. B. Papier, Kunststofffolien), in Papierzusatzstoffen (z. B. Fasern, Planchetten), in Druckfarben und produktionstechnisch in Kombination mit anderen Sicherheitsmerkmalen (z. B. Fluoreszenz-, El-, Upconversion- oder Phosphoreszenzpigmente, metallisierter Kunststoffstreifen, Hologrammen) möglich. Zum Einbringen der flüssigen Farbstoffmoleküle in eine feste Matrix (Granulat mit einer Größe im  $\mu\text{m}$ - bis nm-Bereich) und/oder zum Schutz der Farbstoffe vor UV-Licht, Lösungsmittel oder sonstigen Reagenzstoffen ist je nach Anwendung eine geeignete, z. B. UV-absorbierende Schutzhülle notwendig. Im günstigsten Fall können die Laserfarbstoffe direkt in einen Farbbestandteil (Harze oder Pigmente) integriert werden. Bei Anwendungen im Karten-/Folienebereich können die unverkapselten oder verkapselten Farbstoffe direkt in die Polymermatrix eingerührt und fixiert werden. Unter dem Begriff Laserfarbstoff wird verstanden ein durch Laserstrahl anregbares, sehr hoch effizient fluoreszierendes Material in jedem beliebigen Aggregatzustand, d. h. fest flüssig oder gasförmig.

Ein Vorteil von Laserfarbstoffen im Vergleich zu Fluores-

zenzstoffen sind scharfe Emissionspeaks bei definierten Emissionswellenlängen über den gesamten Fluoreszenzspektrum der Laserfarbstoffe. Die "scharfen Emissionspeaks" stellen sich erfindungsgemäß nur dann ein, wenn die verwendeten laseranregbaren Fluoreszenzstoffe in einen optischen Resonator eingebunden sind. Nur durch diese Resonanzenerzeugung ergeben sich die scharfen Emissionspeaks, die dann sowohl charakteristisch für die Geometrie und optischen Eigenschaften des verwendeten Resonators als auch für die verwendeten Fluoreszenzstoffe sind.

Neben der Einbringung der Laserfarbstoffe in einen Resonator, ist eine resonatorfreie Einbringung der Farbstoffe auf Kosten der Emissionsintensitäten in Wert- und Sicherheitsdokumente möglich.

Die Emissionsintensität läßt sich durch Einbau der Laserfarbstoffe in einen Resonator erhöhen. Dazu ist eine beidseitige Beschichtung der Laserfarbstoff enthaltenden Polymerbeschichten mit metallischen oder dielektrischen Schichten mit einem höheren Brechungsindex notwendig. Neben der Strahlungsintensität wird damit auch die Sicherheit wesentlich erhöht, denn über die Geometrie und optischen Eigenschaften des Resonators läßt sich die Peakanzahl sowie deren Position im Wellenlängenbereich der Fluoreszenz einstellen. Zusätzlich läßt sich auch die Peakbreite durch die verwendete Geometrie einstellen.

In einer ersten Ausführungsform ist vorgesehen, die Farbstoffe direkt in eine Schicht und/oder Drucklage des Wert- und Sicherheitsdokuments einzubringen, wobei die reflektierenden und/oder dielektrischen Schichten Teile des Wert- und Sicherheitsdokuments darstellen. Es bildet sich dadurch ein laseraktives Element, d. h. ein Resonator, der charakteristisch auf eine Anregung mit Laserlicht oder einem anderen, hochenergetischen Licht reagiert.

In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, daß das laseraktive Element nicht als ein Teil des Schichtaufbaus des Wert- und Sicherheitsdokumentes ausgebildet ist, sondern daß die laseraktiven Elemente in Form von eigenständigen Resonatoren separat vom Wert- und Sicherheitsdokument hergestellt werden und erst dann in Form von Pigment-Plättchen, -Stäbchen oder -Kugeln, deren Größe z. B. einige  $\mu\text{m}$  beträgt, in das Dokument eingebracht oder auf diesem aufgebracht werden.

Die Herstellung solcher Resonatoren für Anwendungen in Sicherheitsdruckprodukten ist z. B. mittels Dünnschicht-Technologie machbar. Nach dem Abscheiden der einzelnen, um-dicken Schichten, d. h. mindestens einer reflektierenden Schicht, einer Schicht mit Farbstoffen und einer weiteren, reflektierenden Schicht, auf einem Foliensubstrat wird der Schichtverbund z. B. durch Brechen zerkleinert. Die auf diese Weise erhaltenen, flächenförmigen Bruchstücke die im weiteren auch als Flakes oder Pigment-Plättchen bezeichnet werden, mit einer Dicke von 1–10  $\mu\text{m}$  und einer Fläche  $< 20 \times 20 \mu\text{m}^2$  können dann je nach Größe in entsprechende Druckfarben (z. B. Stahlstich, Siebdruck, Offset, Buchdruck) oder in das Papier und Foliematerial des Sicherheitsdokumentes integriert werden.

Die Verwendung geometrisch unterschiedlicher Resonatoren führt zu einem charakteristischen, äußerst schwierig nachstellbaren Peakmuster (Fingerprint) der verwendeten "Mischung". Auch die Schwellenenergie (minimale Energie für die Anregung einer Laseremission) wäre neben der nicht kommerziellen Anregungswellenlänge ein weiterer Sicherheitsparameter zur Verifizierung solcher Sicherheitsmerkmale. Laserfarbstoffe ließen sich als verstecktes oder zweistufiges, mit UV-Licht kontrollierbares Sicherheitsmerkmal einsetzen, denn alle Laserfarbstoffe zeigen wie bereits erwähnt eine breitbandige UV-Fluoreszenz. In den folgenden Abschnitten werden Möglichkeiten der Einbringung der La-

serfarbstoffe in unterschiedliche Komponenten von Sicherheits- und Wertprodukten beschrieben.

#### Grundmaterial (Papier, Kunststofffolien)

Die Einbringung von polymergebundenen Laserfarbstoffen in das Papier kann entweder durch direkte Zugabe der gebundenen Farbstoffe zur Rohstoffmischung oder durch Aufbringen auf das Papier nach dem Trocknen mittels Siebdruck erfolgen. Die direkte Zugabe hat den wirtschaftlichen Nachteil, daß große Mengen für eine ausreichende Leuchtdichte zugegeben werden müssen. Ein nachträgliches Aufbringen auf das Papier durch Bedrucken mittels Siebdruck benötigt wesentlich geringere Mengen an Laserfarbstoffen und ermöglicht zusätzlich eine Strukturierung im Sinne eines Wasserzeichens. Bei transparenten, farblosen Laserfarbstoffen könnten dadurch "versteckte Wasserzeichen" in das Papier eingebracht werden. Bei einer Verwendung unterschiedlicher Laserfarbstoffe ließen sich versteckte, farbige Wasserzeichen herstellen.

Im Vergleich zur direkten Einbringung in oder auf das Papier kann für den Kartenbereich eine sehr dünne Kunststofffolie mit den Laserfarbstoffen "dotiert" oder bedruckt werden. Durch den spezifischen Kartenaufbau, läßt sich die mit Laserfarbstoffen versehene Folie in die Mitte des Laminatverbundes einbringen. Dies führt zu einem chemisch-physikalischen Schutz der Farbstoffe vor Umwelteinflüssen, z. B. UV-Licht und zu einer höheren Sicherheit durch den engen Materialverbund zwischen Laserfarbstoff und Polymerenschicht.

#### Papierzusatzstoffe

Eine weitere Möglichkeit zur Integration der Laserfarbstoffe ist die Kombination mit sogenannten Zusatzstoffen, wie z. B. Kunststofffäden, Fasern oder Planchetten. Kunststofffäden werden teilmetallisiert als Fensterfäden in Wert- und Sicherheitspapier bei der Herstellung eingebracht. Zur Erhöhung der Sicherheit sind diese Fensterfäden noch mit einer Mikroschrift versehen. Die Herstellung der Mikroschrift kann chemisch (Ätzen) oder physikalisch (Laserabtragung) erfolgen. Die freigelegten Stellen erscheinen als Fenster. Die Verbindung zu Laserfarbstoffen könnte in diesem Fall wieder über die Kunststoffphase erfolgen. Die Laserfarbstoffe lassen sich wie bereits erwähnt einfach in die Kunststoffmatrix integrieren. Bei einer Anregung von oben, unten oder der Seite mittels einem geeigneten Laserlicht würde dann die Mikroschrift je nach gewählten Laserfarbstoff, z. B. blau aufleuchten. Ähnlich wie die Fensterfäden könnten auch Faser oder Planchetten mit Laserfarbstoffen versehen werden. Bei Fasern bestehen die Möglichkeiten die Laserfarbstoffe in das Fasermaterial einzubringen, die Fasern bei der Verwendung von Hohlraumfasern ( $d_i > 10 \mu\text{m}$ ) zu füllen oder eine mit Laserfarbstoffen dotierte Polymermatrix als Umhüllung ( $d < 2 \mu\text{m}$ ) der Fasern zu verwenden. Planchetten lassen sich ähnlich wie Fasern überziehen oder dotieren.

Bei der Einbringung der derartiger Laserfarbstoffe in Kunststofffäden, Glasfasern und anderen transparenten Fasern, insbesondere auch Textilfasern, besteht der Vorteil, daß man praktisch damit schon eine Art Laser-Resonator erzeugt. Wenn man nämlich sich vorstellt, daß ein Kunststofffaden mit begrenzter Länge an den beiden Stirnseiten verspiegelt ist und dieser mit einem Laser angeregt wird. Dann kommt es zu einer Resonanzerscheinung, d. h. dieser Kunststofffaden selbst wirkt als Laser, weil die eingestrahlte Strahlung zu einer stimulierten Emission längs der Faser führt. Wie bei den schon beschriebenen Plättchen bestimmt die

Länge der Faser sowie die Reflexion an den Faserenden die Peaklage und die Halbwertsbreite der Emissionspeaks. Hierbei ist es nicht einmal erforderlich, daß die Stirnseiten verspiegelt werden; es reichen auch unverspiegelte Stirnseiten aus. Voraussetzung hierfür ist, daß der Farbstoff, der in dem Kunststofffaden eingebettet ist, ausreichend effizient ist. Selbstverständlich ist diese Erkenntnis nicht auf die Verwendung von Kunststofffäden allein beschränkt, es können also beliebige Fasern verwendet werden. Hieraus ergibt sich aber das allgemeine Funktionsprinzip der Erfindung, d. h. also auf die allgemeine Einbettung derartiger laseranregbarer Farbstoffe in dem Wert- und Sicherheitsdokument, mit dem Ziel eine entsprechende Resonanz zu erzeugen, um scharfbandige Peaks zu ermöglichen.

Die vorliegende Erfindung ist im übrigen nicht auf die Anregung mittels eines Lasers beschränkt; es können auch andere energiereiche optische Anregungsmedien verwendet werden, wie z. B. eine Blitzlampe, Natrium- oder Hochdrucklampen und dergleichen mehr. Ebenso ist auch eine Anregung mittels Lumineszenzdiöden nicht nur im sichtbaren, sondern auch im unsichtbaren Wellenlängenbereich möglich.

#### Druckfarben

Der Haupteinsatz von Laserfarbstoffen in Wert- und Sicherheitsprodukten liegt in der direkten Einbringung in eine Druckfarbe. Dazu zählen Stahlstich-, Siebdruck- und Offsetfarben (Naß-, Trockenoffset und indirekter Hochdruck) sowie Farben für den Buchdruck (Nummerierung) und sonstige für den Wert- und Sicherheitsdruck relevanten Druckverfahren. Für jede dieser Farben ist eine individuelle Anpassung zwischen Druckfarbe und zugegebenden Laserfarbstoffen, sei es in Molekülform oder als eine Feststoffmatrix, notwendig. Bei einer Verwendung von Resonatoren sind zusätzlich noch deren Form (i.d.R. Plättchen aber auch Kugeln) und Größe für die Übertragen von der Farbe auf den Druckstoff maßgebend. Während im Stahlstich und Siebdruck allgemein Farbstoffpigmente bis zu einer Größe von 20  $\mu\text{m}$  unproblematisch verdrückt werden können, gibt es im Offset eine Obergrenze von 2 bis 4  $\mu\text{m}$ . Die Form (Plättchen oder Kugeln) hat u. a. einen Einfluß auf den Herstellungsaufwand, die Einmischbarkeit in die Druckfarbe (Reibstuhl) die Stabilität, die Lichtausbeute und die spektrale Verteilung/Linienform.

Kugelförmige Gebilde sind einfacher herzustellen und sind mechanischer stabiler. Dies geht auf Kosten einer schlechteren Verarbeitungseigenschaft und geringeren Resonatorenfizienz. Die Herstellung von Plättchen ist technisch aufwendig und teuer, führt aber i.d.R. zu einer höheren Lichtausbeute sowie zu definierten, einstellbaren Peakmustern. Ferner erlaubt die Verwendung von Plättchen die Ausnutzung der Strahlungsgeometrie, man bekommt eine anisotrope Strahlung. Somit ließe sich theoretisch bei einem dünnen Farbauftrag, wie beim Offsetdruck, eine hohe Emissionsintensität erreichen. Im allgemein reduzieren sich die optischen Effekte mit Abnahme der aktiven Schichtdicke (Stahlstich bis 20  $\mu\text{m}$ , Offset 1 bis 4  $\mu\text{m}$ ). Auf Grund der Farbstoffbestandteile von Druckfarben ist es auch denkbar die Farbstofflösungen direkt in ein Bestandteil der Farbe zu integrieren. Eine Möglichkeit dazu bieten z. B. die Harzbestandteile (Kolophonium) von hochviskosen Stahlstichfarben oder eine Kombination mit bereits vorhandenen Farb- oder Effektpigmenten durch gemeinsame Verkapselung. Druckfarben an sich stellen ein Stabilisator für unverkapselte Laserfarbstofflösungen dar. Im Hinblick auf die Farbabstimmung und den Effekt sollten die Farben, welche als Trägermedien für die Laserfarbstoffe dienen keine stark

deckende Eigenschaften haben und nach Möglichkeit transparent sein. Die Einbringung der gelösten oder gebundenen Laserfarbstoffe in die Druckfarben sollte durch direkt Zugabe zur Farbmischung, bestehend aus Lösungsmittel, Pigmenten und Zusatzstoffen möglich sein. Auf Grund des starken Effektes sind Konzentrationen im sub%-Bereich ausreichend und aus Gründen der Wirtschaftlichkeit als Obergrenze anzusehen.

#### Kombination mit anderen Sicherheitsmerkmalen

Neben der Einbringung der Laserfarbstoffe in die Ausgangsprodukte ist auch die Kombination mit anderen Sicherheitsmerkmalen, sei es als verstecktes Merkmal zur Erhöhung der Absicherung, als Anregungsquelle für Sekundäreflektoren z. B. UV-Fluoreszenz oder Phosphoreszenz, als Hintergrundbeleuchtung von Hologrammen oder sonstigen Beugungsstrukturen und als Ergänzung von Information bei denen ohne Laseranregung nur ein Teil der versteckten Information mir einem Hilfsmittel (z. B. Linsenraster) sichtbar wird denkbar. Die Kombination von Laserfarbstoffen mit Fluoreszenzfasern, Planchetten und Fensterfäden wurde bereits oben beschrieben. Eine weitere interessante Variante wäre die Kombination mit Elektrolumineszenz (EL)-Pigmenten. Die Umhüllung von anorganischen EL-Pigmenten mit einer Laserfarbstoff-dotierten Polymerephase nahezu nicht nachstellbares Sicherheitsmerkmal mit unterschiedlichsten Verifikationsstufen. Eine UV-Anregung würde eine Mischfluoreszenz bestehend aus Anteilen von EL-Pigmenten sowie aus Anteilen der Laserfarbstoffen erzeugen, eine Anregung mittels einem geeigneten Laserstrahl würde voraussichtlich nur die Laserfarbstoffe anregen, da für eine Anregung von EL-Pigmenten mittels eines gepulsten Laserstrahls der elektrische Feldanteil des Laserlichtes nicht geeignet ist, und schließlich würde eine elektrische Anregung die EL-Pigmente zum Leuchten bringen. Neben den einzelnen Effekten besteht sicherlich auch eine Wechselwirkung, bzw. gegenseitige Beeinflussung der Effekte, da die gleichzeitige Einwirkung verschiedener Anregungsquellen die Bandstruktur der vorliegenden Materialien und damit die Auswirkungen beeinflussen.

Der Erfindungsgegenstand der vorliegenden Erfindung ergibt sich nicht nur aus dem Gegenstand der einzelnen Patentansprüche, sondern auch aus der Kombination der einzelnen Patentansprüche untereinander.

Alle in den Unterlagen, einschließlich der Zusammenfassung, offenbarten Angaben und Merkmale, insbesondere die in den Zeichnungen dargestellte räumliche Ausbildung werden als erfindungswesentlich beansprucht, soweit sie einzeln oder in Kombination gegenüber dem Stand der Technik neu sind.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von mehreren Ausführungswege darstellenden Zeichnungen näher erläutert. Hierbei gehen aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung weitere erfindungswesentliche Merkmale und Vorteile der Erfindung hervor.

Prinzipiell gibt es für die Verwendung im Wert- und Sicherheitsdruck keine Einschränkung bezüglich der Verwendung. Als Beispiele sind Vorschläge für die Integration von Laserfarbstoffen in Kunststoffkarten (Ausweiskarte, EU-Führerschein, Kreditkarten) Ausweise und Banknoten aufgeführt.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisiert ein grundsätzlicher Aufbau eines Pigment-Plättchens, welche in ein nicht näher dargestelltes Wert- und Sicherheitsdokument eingebettet ist, oder welches in eine entsprechende Farbe eingebettet ist, die auf dem Wert- oder Sicherheitsdokument aufgedruckt oder ange-

bracht ist;

Fig. 2 zeigt die Einbringung derartiger Pigment-Plättchen nach Fig. 1 in ein Papier;

Fig. 3 zeigt die Einbringung derartiger Pigment-Plättchen in eine Kunststofffolie;

Fig. 4 zeigt die Einbringung derartiger Pigment-Plättchen in eine Farbe zum Bedrucken von Papier- oder Kunststofffolien;

Fig. 5 zeigt einen laseranregbaren Fensterfaden in einem Wert- und Sicherheitsdokument;

Fig. 6 schematisiert einen Schnitt durch das Dokument nach Fig. 5;

Fig. 7 Querschnitt durch eine Faser mit Einbringung der Pigment-Plättchen;

Fig. 8 der Querschnitt durch den oberen Teil eines Wert- oder Sicherheitsdokumentes mit in eine Druckfarbe eingebrachten Pigment-Plättchen;

Fig. 9 die Anwendung der erfindungsgemäßen Technik bei einer Kunststoffkarte mit Beleuchtung bei Tageslicht;

Fig. 10 die gleiche Darstellung wie Fig. 9 bei Beleuchtung mit Laserlicht;

Fig. 11 Darstellung eines Personaldokumentes bei Beleuchtung mit Tageslicht;

Fig. 12 Die gleiche Darstellung des Dokumentes bei Beleuchtung mit Laserlicht;

Fig. 13 Eine Banknote bei Beleuchtung mit Tageslicht;

Fig. 14 Die Beleuchtung der gleichen Banknote mit Laserlicht.

In Fig. 1 ist allgemein ein Pigment-Plättchen 1 dargestellt, welches aus zwei im wesentlichen parallel zueinander liegenden und einen gegenseitigen Abstand einnehmenden, reflektierenden Schichten 2 besteht, die auf einer Polymerschicht 4 aufgebracht sind. Die reflektierenden Schichten 2 bestehen hierbei aus einer Oxid-Schicht, z. B. Siliziumoxid, Siliziumliquid, Zinnoxid, Titanoxid und dergleichen mehr. Es kann aber auch eine metallische Schicht sein. Wesentlich ist nur, daß zwei reflektierende Schichten 2 einander gegenüber liegen, die so zu sagen als Spiegel zwischen sich die Polymerschicht 4 aufnehmen und in der Polymerschicht 4 die Laserfarbstoffe 3 eingebettet sind.

Zusätzlich kann es vorgesehen sein, daß gemäß Fig. 1 auch die Stirnseiten des Pigment-Plättchens 1 mit den reflektierenden Schichten 2 versehen sind.

Die Polymerschicht 4 besteht aus einem Kunststoffpolymer. Anstelle einer Polymerschicht kann aber auch eine Glasschicht verwendet werden oder ein anderer durchsichtiger Träger, der sowohl transparent für die anregende Wellenlänge als auch transparent für die emittierende Wellenlänge sein muß. Es ist also nicht lösungsnotwendig, eine Polymerschicht 4 zu verwenden, sondern es können beliebige transparente Trägerschichten verwendet werden. Hierbei ist es nicht notwendig, daß sie im sichtbaren Licht transparent sind, sondern sie können auch im unsichtbaren Licht transparent sein.

Es kann auch in einer anderen Ausführungsform die oben genannten elektrischen Schichten entfallen und nur reflektierende Schichten an den Stirnflächen vorhanden sein.

Für die verwendeten Laserfarbstoffe 3, die in molekulärer Korngröße vorliegen können eine Vielzahl von Stoffen verwendet werden.

Solche Farbstoff-Lasersysteme wurden bereits auf der Basis von Dünnenschichtsystemen (DCM-dotierte Polymerwellenleiter) und ASPT-dotierte Polymerstäbe verifiziert [J. D. Bhawalkar, et al., Optics Communication 124, 1996, 33].

Es kann z. B. auch Rhodamin 6G verwendet werden.

Aus wirtschaftlichen Gründen wird eine relativ geringe Konzentration der Laserfarbstoffpartikel 3 in der Polymerschicht 4 angestrebt. Hierauf ist die Erfindung jedoch nicht

beschränkt; sie kann auch vorsehen, daß derartige partikel-förmig und molekular vorliegende Laserfarbstoffe 3 cluster-förmig vorliegen oder in der Dichte sehr stark unterschiedlich in der Polymerschicht 4 verteilt sind. Eine gleichmäßige DichteVerteilung ist deshalb nicht lösungsnotwendig.

Das Beispiel nach Fig. 1, mit einem als Pigment-Plättchen 1 eingesetzten Farbstoff 3 ist nicht beschränkend für die vorliegende Erfundung. Es kann nämlich anstatt des hier dargestellten Pigment-Plättchens mit den zwei aneinander gegenüber liegenden und reflektierenden Schichten 2 auch ein Sicherheitsdokument verwendet werden, welches diese Pigment-Plättchen 1 nicht beinhaltet. Die beiden reflektierenden Schichten wären dann direkt im Sicherheitsdokument im gegenseitigen Abstand parallel zueinander integriert und zwischen den beiden reflektierenden Schichten ist dann die mit Laserfarbstoffmolekülen dotierte Trägerschicht, z. B. eine Polymerschicht, angeordnet. Es ergibt sich dann eine laseraktives Element bzw. ein laseraktiver Bereich auf dem Sicherheitsdokument, der aus der zwischen den beiden reflektierenden Schichten eingebetteten und mit Laserfarbstoff dotierten Trägerschicht besteht. Das heißt also, die Darstellung nach Fig. 1 kann auch um das Zehntausendfache vergrößert direkt als schichtweise aufgebautes Dokument angesehen werden.

Hieraus ergibt sich, daß die Erfundung nicht auf die Einbringung von Pigment-Plättchen 1 nach Fig. 1 in unterschiedliche Wert- und Sicherheitsdokumente beschränkt ist, sondern daß Wert- und Sicherheitsdokument an sich kann derartige reflektierende Schichten aufweisen, zwischen denen eine transparente Polymerschicht angeordnet ist, die mit dem besagten molekular vorliegenden Laserfarbstoffen dotiert ist.

In Fig. 2 zeigt ein Papier 5, in dem die Pigment-Plättchen nach Fig. 1 eingebaut und verteilt sind. Für die Verteilung der Pigment-Plättchen im Papier 5 gilt das gleiche, wie es vorstehend für die Verteilung der Laserfarbstoffe 3 in der Polymerschicht 4 gesagt wurde. Es ist nicht lösungsnotwendig, daß die Pigment-Plättchen in relativ dünner Verteilung in dem Papier angeordnet sind. Sie können auch Cluster bilden; sie können auch an der Oberfläche verteilt sein oder sie können auch dicht bei einander liegen. In Bereichen wo sich die Flakes überlagern, kann es zu einer Behinderung der eingestrahlten Strahlung kommen, da sich die Pigment-Plättchen teilweise abdecken und hierdurch die Anregung abgeschwächt wird. Es gibt dann Interferenzeffekte, welche die emittierte Strahlung abschwächen. Es sollte eine derartige Verteilung im Papier gewählt werden, daß sich die Pigment-Plättchen nicht gegenseitig überlagern und stören.

Die Fig. 3 zeigt eine ähnliche Darstellung, wo erkennbar ist, daß die Pigment-Plättchen 1 in einer Kunststofffolie 6 eingebettet sind. Die Kunststofffolie kann hierbei eine beliebige Dicke aufweisen.

Die Fig. 4 zeigt daß eine Druckfarbe 7 auf einem Träger 8 angeordnet ist, wobei dieser Träger 8 ein Wert- und Sicherheitsdokument sein kann. In der Druckfarbe 7 sind die Pigment-Plättchen 1 eingebettet. Die Druckfarbe 7 selbst sollte an das emittierte Spektrum der Pigment-Plättchen 1 angepaßt sein, um eine ausreichende Emissionsstrahlung zu erreichen. Ebenso muß die Druckfarbe transparent für die anregende als auch die abgegebene Strahlung sein, um überhaupt eine Anregung der Pigment-Plättchen 1 zu gewährleisten.

Die Fig. 5 zeigt als weiteres Ausführungsbeispiel die Integration eines Fensterfadens in einem Wert- und Sicherheitsdokument 9. Es handelt sich hierbei um einen Fensterfaden 10, der in Ansicht bekannter Weise in dem Wert- und Sicherheitsdokument 9 integriert ist, wobei die Fig. 5a zeigt daß der Fensterfaden 10 im Bereich der Beschriftung 11 aus-

gespart ist, und/oder napfförmige Vertiefungen aufweist oder Aussparungen aufweist, die mit dem Laserfarbstoff gefüllt sind. Das heißt also, es findet eine Farbe Anwendung, die mit dem Pigment-Plättchen 1 dotiert ist. Wird der Fensterfaden 10 nun mit dem entsprechenden Licht angeregt dann kommt diese Druckfarbe sehr stark zum Aufleuchten, wie dies die Fig. 5a zeigt.

Die Fig. 6 zeigt einen Querschnitt durch die Darstellung nach Fig. 5, wobei erkennbar ist, daß auf dem Papier oder 10 Kunststoffsubstrat 5 eine mit Pigment-Plättchen 1 dotierte Farbe 13 aufgebracht ist. Darauf ist der metallisierte Faden (Fensterfaden 10) angeordnet, der den in Fig. 5a dargestellte Mikrotext aufweist. Statt des angegebenen Textes kann auch 15 ein geometrisches Muster angebracht werden. Darüber befindet sich eine teilabdeckende Papierschicht 12, so daß die Oberfläche des Fensterfadens 10 nur teilweise sichtbar ist.

Nachdem der Fensterfaden im Bereich der Beschriftung 11 ausgespart ist, kommt also durch diese Aussparungen die darunter liegende Farbstoffsicht 13 zur Ansicht. Wird nun 20 der Fensterfaden 10 von oben her angeregt dann kommt diese Farbstoffsicht 13 zum Aufleuchten und leuchtet durch die Aussparungen des Fensterfadens 10 hindurch.

Die Fig. 7 zeigt einen Querschnitt durch eine Faser 15, wobei diese Faser ein Kunststofffaden, ein Textilfaden, ein 25 Glasfaden, oder dergleichen sein kann. Es sind hier verschiedene Einbringungsmöglichkeiten der erfundungsgemäßen Pigment-Plättchen 1 an unterschiedlichen Stellen dieser Faser 15 gezeigt. Weist z. B. die Faser 15 einen Fasermantel 14 auf, dann kann es vorgesehen sein, daß die Pigment-30 Plättchen 1 im Bereich des Fasermantels (allein oder in Kombination mit anderen Schichten der Faser) angeordnet sind. Man kann also einen dementsprechenden Fasermantel 14 mit den Pigment-Plättchen 1 anbringen.

Ebenso ist es möglich, die Pigment-Plättchen 1 direkt in 35 die Faser 15 einzubringen oder auch in einen Faserhohlraum 16. Hierbei kann es vorgesehen sein, daß der Fasermantel 14 ein anderes optisches Brechungsvermögen hat als beispielsweise die Faser 15 selbst. Wenn beispielsweise ein Fasermantel 14 verwendet wird, der eine Totalreflexion gestattet, 40 wird dafür gesorgt daß das auf die Außenseite des Fasermantel 14 eintreffende Licht praktisch ohne Reflexion den Fasermantel 14 durchtritt und in die Faser 15 eintritt, wo es zu einer besonders günstigen Anregung der dort verteilt angeordneten Pigment-Plättchen 1 kommt.

Die Erfundung ist jedoch nicht auf die Integration derartiger Pigment-Plättchen 1 in eine derartige Faser 15 beschränkt. Es wird in einer Weiterbildung der Erfundung vorgeschlagen, daß statt der Pigment-Plättchen die Laserfarbstoffe in molekularer Verteilung direkt in das Material der Faser 15 eingebracht werden. Anstelle der Pigment-Plättchen 1 die in Fig. 7 dargestellt sind, treten dann direkt die vorher erwähnten Laserfarbstoffe 3 in molekularer Verteilung. Um nun eine entsprechende Resonanzanregung dieser Laserfarbstoffe 3 in der Faser 15 zu gewährleisten ist es gemäß Fig. 7a vorgesehen, daß die Stirnflächen 17, 18 dieser Faser 15 verspiegelt sind. Wird nun eine derartige Faser 15 von außen her mit einer geeigneten Strahlung angeregt dann kommt es zu einem Pumpvorgang zwischen den Stirnflächen 17, 18 durch die Faser 15 hindurch, wo nun durch die 55 in molekularer Verteilung angeordneten Laserfarbstoffe 3 direkt zum Aufleuchten gebracht werden. Entsprechende abgegebene Laserstrahlung tritt dann an den Stirnflächen 17, 18 aus, wie dies bei einem Faserlaser bekannt ist.

Die Fig. 8 zeigt die Integration einer Druckfarbe 7 auf einem Papier 5, wobei die vorher erwähnten Pigment-Plättchen in sogenannten Polymerhüllen 19 angeordnet sind. Pigment-Plättchen sind also in einer Matrix, einer Polymerhülle 19, eingebracht und diese wirkt wie eine Mikroverkap-

selung auf die Pigment-Plättchen, die dadurch günstig in die Druckfarbe 7 integriert werden können. Wichtig ist, daß die Polymerhülle 19 auch gleichzeitig als Träger für ein elektrolumineszenz anregbares Pigment 20 dienen kann.

Damit besteht der Vorteil, daß mit der Anregung der Druckfarbe 7 mittels einer geeigneten Laserstrahlung zunächst die Pigment-Plättchen 1 aufleuchten. Wird noch zusätzlich ein über Elektrolumineszenz anregbares Pigment 20 verwendet oder eine anderes Sicherheitspigment, dann kann noch eine zusätzliche Strahlung erzeugt werden, die der anderen Strahlung überlagert wird. Derartige Pigmente 20 können beispielsweise durch eine entsprechendes elektrostatisches Feld zum Aufleuchten gebracht werden, und deren Strahlung kann der von den Pigment-Plättchen 1 emittierten Strahlung überlagert werden. Die Wellenlänge des von den Pigmenten 20 ausgesandten Lichtes kann sich aufgrund der Laseremission der Pigment-Plättchen 1 verschieben. Es kommt hierbei zu einem verbesserten Sicherheitseffekt dieser Anordnung, weil diese sich gegenseitig überlagernde Strahlung nur sehr schwierig nachzuahmen ist.

In Fig. 9 ist eine Kunststoffkarte 21 in der Ansicht bekannter Weise bei Beleuchtung mit Tageslicht gezeigt, die eine Photofläche 22 und ein Beschriftungsfeld 23 aufweist.

Wird diese Kunststoffkarte 21 mit Laserlicht bestrahlt, dann ergibt sich das Aussehen nach Fig. 10. Das Laserlicht wird zur Anregung versteckter Merkmale verwendet. Hierbei ist ein erstes Sicherheitselement 24 vorhanden, das über die Photofläche 22 in den Beschriftungsraum hinein aufgebracht ist. Es besteht im Ausführungsbeispiel aus drei unterschiedlichen sich zu einem Kreis ergänzenden Sektorfarben 25, die demzufolge nur bei der Anregung mit dem genannten Laserlicht aufleuchten.

Es ist ferner ein Fensterfaden 10 dargestellt, der sowohl die Photofläche 22, als auch das Beschriftungsfeld 23 und noch übrige Flächen der Kunststoffkarte 21 durchgreift. Auch dieser Fensterfaden kann den vorher erwähnten Mikrotext aufweisen; er kann in sich aufleuchtbar ausgebildet sein.

Das gleiche gilt für den Druckfaden 26, der nicht nur aus einem metallisierten Faden bestehen kann, sondern der in Form eines Druckes aufgedruckt ist und über das Bild und das Beschriftungsfeld reicht, um Fälschungen in diesen Bereichen sichtbar zu machen.

Als letztes ist beispielsweise ein weiteres Sicherheitselement 27 in Form eines geometrischen Elementes gezeigt, welches z. B. für eine maschinelle Auswertung geeignet ist.

In den Fig. 11 und 12 ist ein weiteres Beispiel eines Personaldokumentes 28 mit unterschiedlich verdeckten Merkmalen dargestellt. Es ist wiederum eine Photofläche 22 und ein Beschriftungsfeld 23 vorhanden. In Fig. 12 ist erkennbar, daß zwei sich überlappende Druckfäden 26 vorgesehen sind, die sowohl die Photofläche 22 als auch das Beschriftungsfeld 23 überdecken. Als weiteres Beispiel ist der Name des Inhabers des Personaldokumentes mit einem aufleuchtenden Balken 29 versehen, der mit einer Druckfarbe überdruckt wurde, in welcher die Pigment-Plättchen 1 verteilt angeordnet wurden.

Im letzten Ausführungsbeispiel nach den Fig. 13 und 14 ist eine Banknote 30 dargestellt, welche bei Beleuchtung mit Tageslicht eine bestimmte Anzahl von bekannten Merkmalen aufweist.

Bei Beleuchtung mit einem geeigneten Laser zur Anregung der verwendeten Laserfarbstoffe ist erkennbar, daß das Sicherheitsmerkmal 31, welches in Form einer Rosette verschiedenfarbig aufleuchtet, nun entsprechend mit dem Laserlicht angeregt wurde. Gleiches gilt z. B. auch für das Zifferfeld 32, welches dann im Vergleich zu dem bei Tageslicht erkennbaren Ziffernfeld in anderer Farbe aufleuchtet. Ferner

ist erkennbar, daß das Wertfeld 33 mit der gleichen Zahl aber verschoben hierzu überdruckt ist, die bei Anregung mit einem Laser der entsprechenden Farbe und Energie aufleuchtet. Es handelt sich also auch hier um ein zusätzliches Sicherheitselement.

Es sind insgesamt bei den hier dargestellten Laserfarbstoffen 3 verschiedene Möglichkeiten der Detektion vorgesehen. Zunächst zeigen die hier dargestellten Laserfarbstoffe eine Fluoreszenz im UV-Bereich.

Werden die mit dem Laserfarbstoffen versehenen Pigment-Plättchen 1 angeregt, dann kommt es aufgrund der beschriebenen Resonanzerscheinungen zu den vorher beschriebenen scharfen Emissionslinien im Emissionsspektrum. Ein derartiges Emissionsspektrum eignet sich nun ausgezeichnet für eine maschinelle Auswertung der Sicherheitsmerkmale derartiger Wert- und Sicherheitsdokumente. Es können eine Reihe von Sicherheitsmerkmalen abgefragt und ausgewertet werden, wie z. B. Wellenlänge der emittierten Strahlungspeaks, gegenseitige Position der Peaks, Halbwertsbreite, Peakanzahl und Peakamplitude. Diese Parameter sind abhängig von der verwendeten Laserfarbe, der Anregungsenergie und den Materialien in welchen die Laserfarbe eingebettet ist.

Ebenso wird darauf hingewiesen, daß die hier erzeugte scharfbandige Emissionsstrahlung mit anderen Strahlungsemissionen überlagert werden kann, wie anhand des Ausführungsbeispiels nach Fig. 8 bereits schon dargestellt wurde.

30

## Bezugszeichenliste

- 1 Pigment-Plättchen
- 2 reflektierende Schicht
- 3 Laserfarbstoff
- 4 Polymerschicht
- 5 Papier
- 6 Kunststoffolie
- 7 Druckfarbe
- 8 Träger
- 9 Wert- und Sicherheitsdokument
- 10 Fensterfaden
- 11 Beschriftungen
- 12 Papierschicht
- 13 Farbstoffschicht
- 14 Fasermantel
- 15 Faser
- 16 Faserhohlraum
- 17 Stirnfläche
- 18 Stirnfläche
- 19 Polymerhülle
- 20 Pigment
- 21 Kunststoffkarte
- 22 Photofläche
- 23 Beschriftungsfeld
- 24 Sicherheitselement
- 25 Sektorfarbe
- 26 Druckfäden
- 27 Sicherheitselement
- 28 Personaldokument
- 29 Balken
- 30 Banknote
- 31 Sicherheitsmerkmal
- 32 Ziffernfeld
- 33 Wortfeld
- 34 Zahl

## Patentansprüche

1. Wert- und Sicherheitsdokument mit optisch anregbaren Farbstoffen zur Echtheitsprüfung, wobei die Farbstoffe auf das Wert- und Sicherheitsdokument aufgebracht oder in dieses eingebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbstoffe (3) in einem Trägermaterial (4, 5, 6, 7) eingebettet sind und zusammen mit diesem ein laseraktives Element bilden. 5
2. Wert- und Sicherheitsdokument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sich die bei verschiedenen Wert- und Sicherheitsdokumenten verwendeten Farbstoffe (3) in ihrem Emissionsverhalten unterscheiden, und dadurch eine zuverlässige Unterscheidung der verschiedenen Wert- und Sicherheitsdokumente möglich ist. 10
3. Wert- und Sicherheitsdokument nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbstoffe (3) in einen Resonator eingebettet sind, der aus einer beidseitigen Beschichtung der den Farbstoff enthaltenden Trägermaterialschicht (4) mit reflektierenden Schichten (2) besteht. 15
4. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich die bei verschiedenen Wert- und Sicherheitsdokumenten verwendeten Resonatoren in ihrer Geometrie und/oder den verwendeten Materialien unterscheiden, und dadurch eine zuverlässige Unterscheidung der verschiedenen Wert- und Sicherheitsdokumente möglich ist. 20
5. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbstoffe (3) direkt in eine Schicht und/oder Drucklage des Wert- und Sicherheitsdokuments eingebracht sind, wobei die reflektierenden Schichten Teile des Wert- und Sicherheitsdokuments (9) darstellen. 25
6. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbstoffe (3) in Pigment-Plättchen (1) eingebettet ist, die aus einer mit dem Laserfarbstoff dotierten Trägerschicht (4) und zwei im wesentlichen parallelen, die Trägerschicht zwischen sich aufnehmenden reflektierenden Schichten (2) aufgebaut sind. 30
7. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbstoffe (3) in Pigment-Kugeln eingebettet ist, die aus einem mit dem Laserfarbstoff dotierten Trägermaterial und einer das Trägermaterial umgebenden reflektierenden Schicht aufgebaut sind. 35
8. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-7, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial (4-7) ein geeignetes sowohl für die anregende Wellenlänge als auch für die emittierende Wellenlänge transparentes Material ist. 40
9. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-8, daß die Farbstoffe (3), Pigment-Plättchen (1), -Stäbchen oder -Kugeln mit geeigneten Materialien (19) mikroverkapselt sind. 45
10. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-9, daß die Farbstoffe (3), Pigment-Plättchen (1), -Stäbchen oder -Kugeln direkt in die Farbbe standteile einer Druckfarbe (7) eingebracht sind. 50
11. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-10, daß die Farbstoffe (3), Pigment-Plättchen (1), -Stäbchen oder -Kugeln direkt in das Papier (5) und/oder Kunststoffsubstrat (6) des Wert- und Sicherheitsdokuments eingebracht sind. 55
12. Wert- und Sicherheitsdokument nach einem der Ansprüche 1-11, daß die Farbstoffe (3), Pigment-Plätt- 60

chen (1), -Stäbchen oder -Kugeln in die im Wert- und Sicherheitsdokument verwendeten Papierzusatzstoffe oder -zusatzelemente (10, 11, 15, 24) eingebracht sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

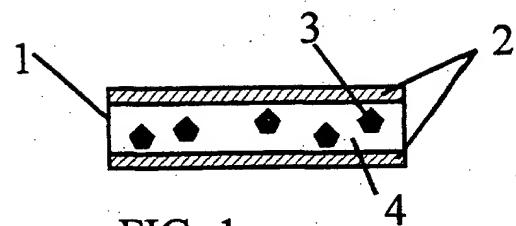


FIG. 1

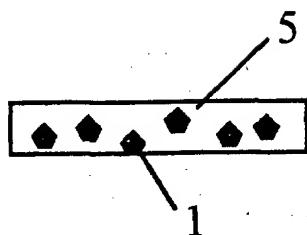


FIG. 2

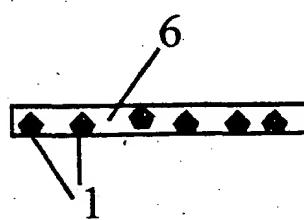


FIG. 3

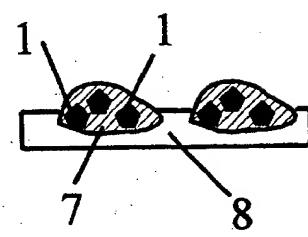


FIG. 4

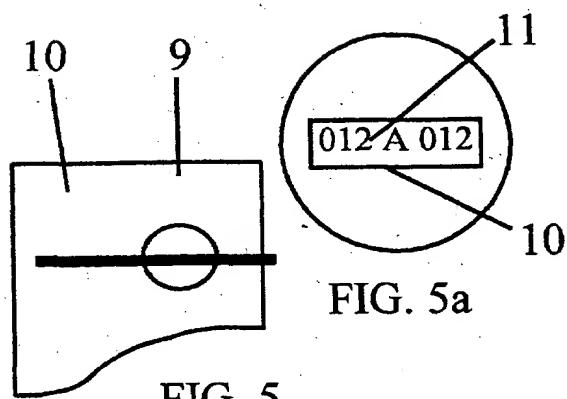


FIG. 5

FIG. 5a

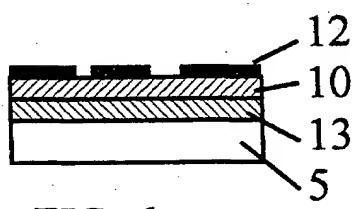


FIG. 6

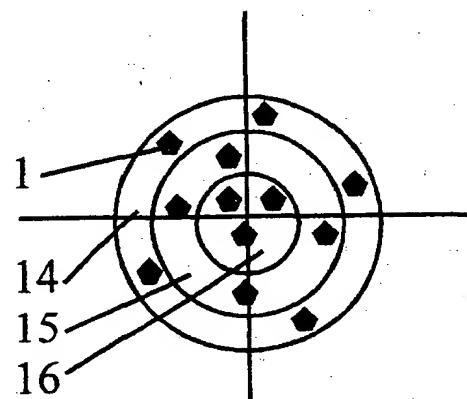
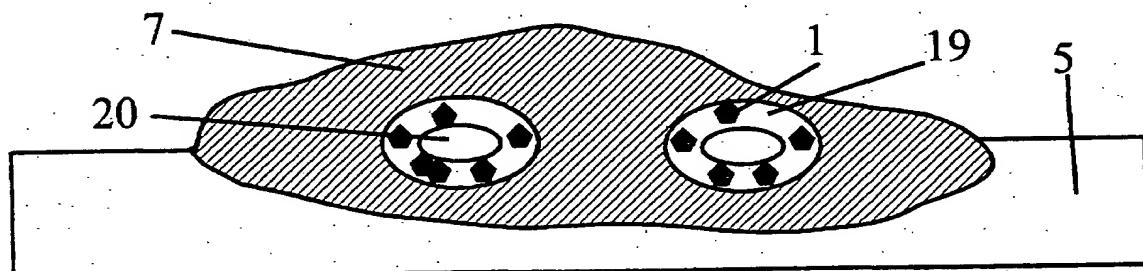
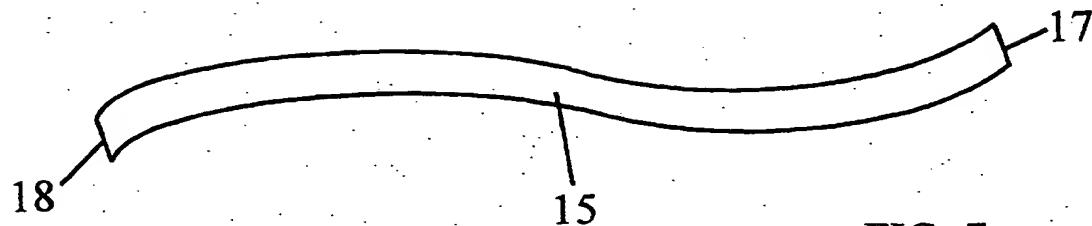


FIG. 7



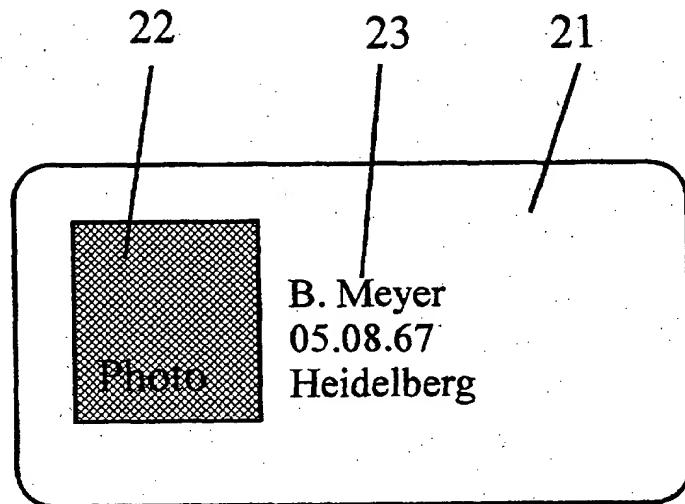


FIG. 9

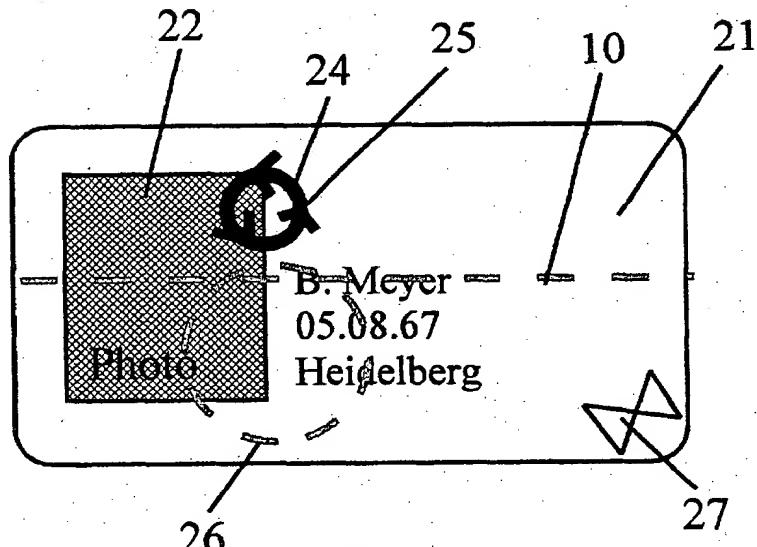


FIG. 10

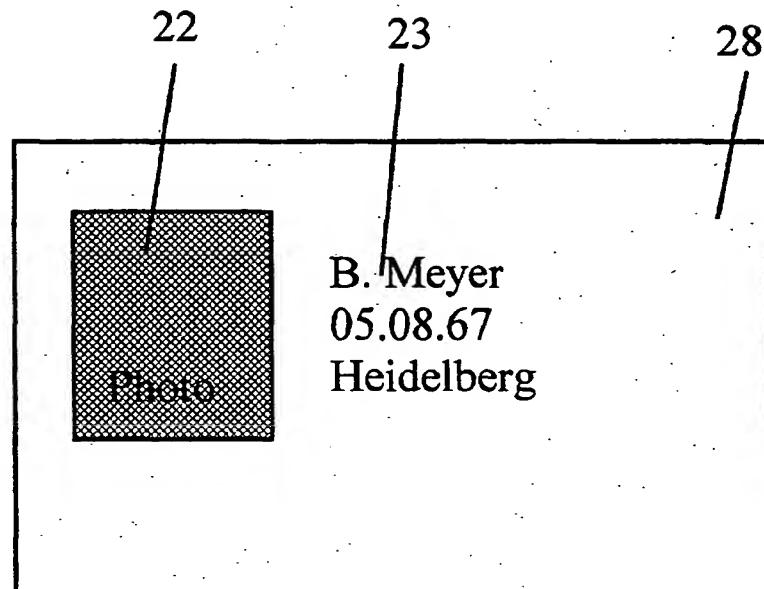


FIG. 11

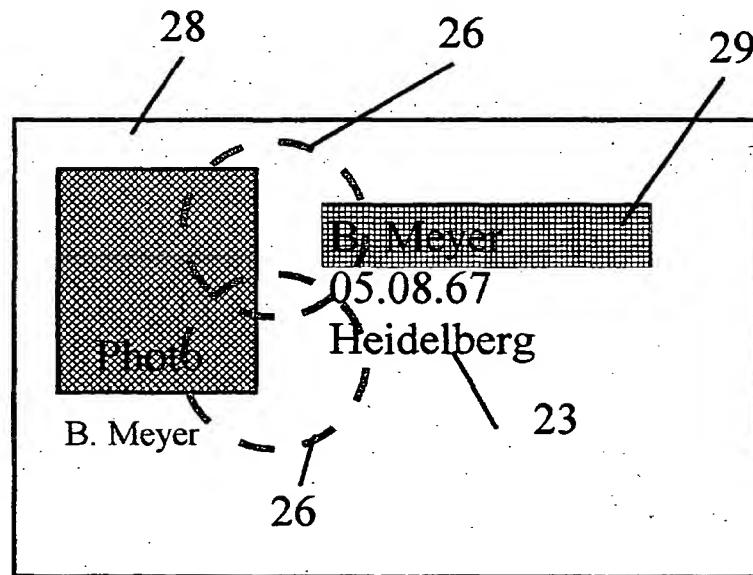


FIG. 12

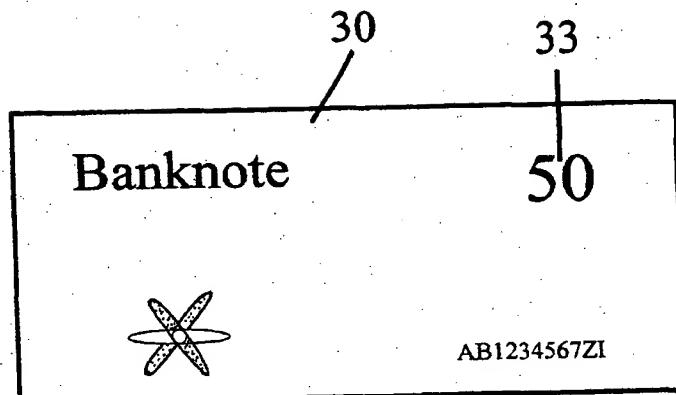


FIG. 13

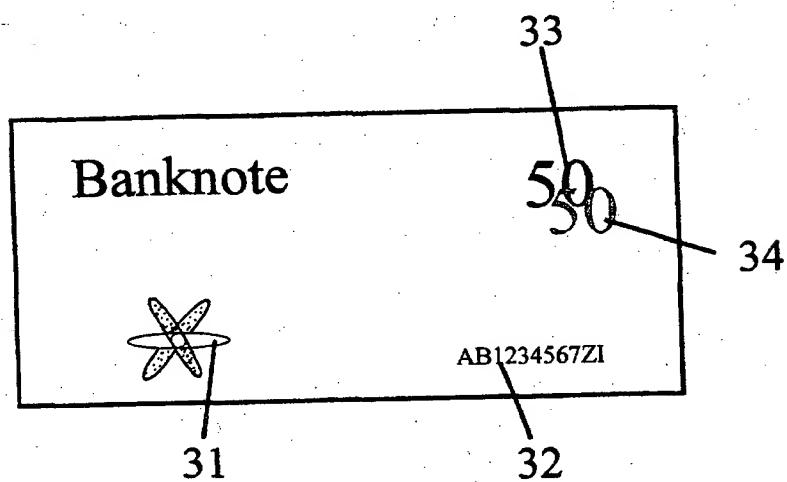


FIG. 14